

PC斜張橋・エクストラードズド橋における施工管理

日紫喜 剛啓*

1. はじめに

PC斜張橋は1978年に松ヶ山橋（神奈川県）が建設されて以降、1980年代から道路橋や鉄道橋で本格的なPC斜張橋の建設が始まった。1989年には、最大スパン 250 mの呼子大橋（佐賀県）が完成し、これを契機としてわが国においてもようやくPC長大斜張橋時代を迎え、現在までに約 100 橋のPC斜張橋が建設されるに至っている¹⁾。

エクストラードズド橋は、1994年に小田原ブルーウェイブリッジ（日本道路公団）が世界で初めて建設されて以来、急速に普及・発展し、これまでに約 20 橋が建設されている¹⁾。

PC斜張橋は、高い主塔、斜材、主桁から構成される。主桁はスパンの長大化に適するように斜材を弾性吊り点とした梁として最低限の剛性を有する桁構造で設計され、PC桁橋に比べて極めてフレキシブルな構造となっている。一方、エクストラードズド橋は、通常の桁橋における外ケーブル構造を基本として、プレストレスをより有効に活用すべく桁外に低い塔を設けて外ケーブルを配置した構造形式である。エクストラードズド橋の構造特性は、斜張橋と桁橋の中間的性状を示すことから、現在では、エクストラードズド橋は斜張橋と構造形式を区別せず、桁橋と斜張橋を結ぶ構造形式としての認識が一般的となっている。PC斜張橋やエクストラードズド橋の構造的な大きな特徴として、各部材の構造や結合条件、斜材の配置などに関して設計的自由度が高いことが挙げられる。そのため多種多様な構造が計画・設計され、施工もそれに応じて各種工夫されている。

PC斜張橋やエクストラードズド橋の施工管理の特徴は、一般のPC桁橋の施工と比較して、

- ① 構造が多様なため、施工管理の項目をそれぞれの構造に応じて吟味する必要がある
- ② 主塔の形状管理、とくに斜材定着部の精度管理や場合によっては応力管理を行う必要がある
- ③ 斜材の架設管理、張力管理を行う必要がある

- ④ 主桁は剛性が小さいため、たわみ管理が重要となる（とくにPC斜張橋）
- ⑤ 主桁、主塔、斜材の各部材の変形（たわみ）および応力は互いに影響しているため、施工管理システムなどを用いた総合的な管理が必要である（とくにPC斜張橋）
- ⑥ 施工順序や施工方法により、部材に生じる応力や変形が大きく異なることから、事前の施工順序・方法に応じた綿密な施工時検討、施工計画値の算定を行っておく必要がある
- ⑦ 主桁などの剛性が小さいことから、施工時の風による振動や斜材の振動等を監視する必要がある場合がある

などが挙げられる。

最近では、プレキャストセグメント工法によるPC斜張橋の施工や複合エクストラードズド橋のような複合橋梁の施工事例があるが、本文では、一般的な場所打ち工法におけるPC斜張橋・エクストラードズド橋を対象として、PC斜張橋・エクストラードズド橋に特有な各部材ごとの施工管理と、全体的な構造安全性や精度管理である施工管理システムならびに風応答観測について事例を交えて述べる。

2. 主塔の施工管理

主塔は、橋の景観を左右する大きな要素の一つであることから、形状的にもさまざまに計画される。また、塔柱はスレンダーな部材であるとともに斜材定着部を有し、斜材張力の鉛直分力を保持するという重要な機能を受けもつことから、比較的、高密度配筋で設計基準強度 40 N/mm²~60 N/mm²のコンクリートで設計される場合が多い。主塔での施工管理の留意点としては、

- ① 主塔の形状管理・応力管理
 - ② 斜材定着体の設置精度管理
 - ③ コンクリートの品質管理・温度応力管理
- などがある。

2.1 主塔の形状管理・応力管理

主にPC斜張橋の主塔でA形や逆Y形などのように塔柱の傾斜が強い場合（写真-1：碓氷橋（日本道路公団））や、傾斜が緩い場合でも斜材がハープ的な配置形状で塔柱に定着される場合（写真-2：田尻スカイブリッジ（大阪府））など、施工時に自重、斜材張力や施工時の荷重（仮設機材重量、タワークレーン水平反力）により、たわみや塔柱基部の応力が厳しくなる場合がある。基本的には、事前解析によって、たわみの算定や所定の応力以内（耐久性への影響が小さいひび割れ幅に対応する鉄筋応力以内）に留めるようストラットの設置（写真-3）が検討されるが、施工中においては、桁と同様な形状管理（横越し管理）や施工



* Yoshihiro HISHIKI

鹿島建設(株)
技術研究所 土木技術研究部

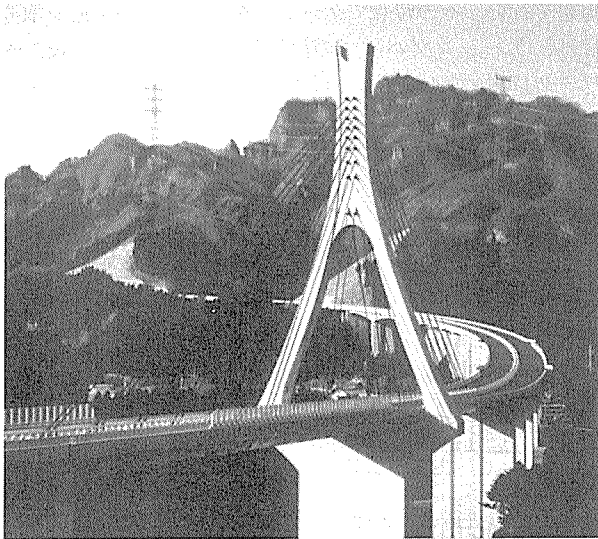


写真-1 逆Y形主塔（碓氷橋）

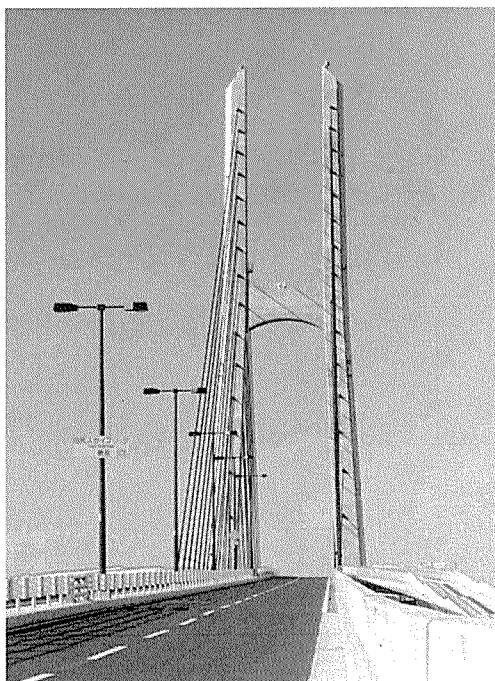


写真-2 H形主塔（田尻スカイブリッジ）

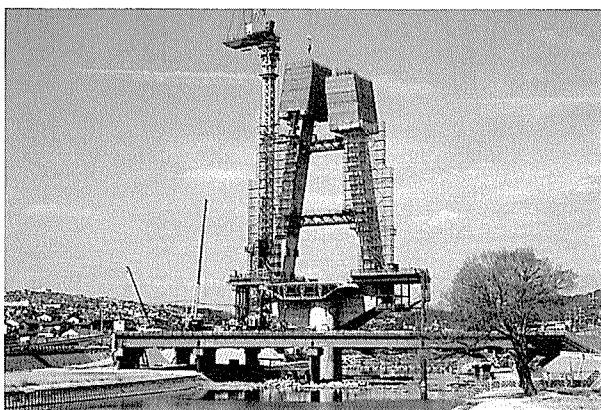


写真-3 ストラット設置例（新猪名川大橋）

中の塔柱の応力管理が行われる。

形状管理では、塔柱に鉄骨が埋設される場合には、一般に鉄骨を基準として型枠セット等が行われる。仮設鉄骨の場合でも、施工時の鉄筋・コンクリート重量、風荷重に対して十分に剛性が確保できるように検討することが必要である。鉄骨の地組は、一般にヤード内に製作した仮組み用架台で行い、架台上に直交座標系を想定し、局所座標系で鉄骨の組立て精度を光波測距測角儀等を用いて、鉄骨天端の座標を測定することにより鉄骨の形状管理を行うことが多い。

横梁のある主塔では、完成系では不静定構造となるため、施工系と完成系では一般的に応力状態が異なるが、設計で想定された応力状態に修正する管理が行われることもある。図-1は、ストラットの設置にジャッキを挿入することを利用して、反力調整を行い応力改善した例である²⁾。

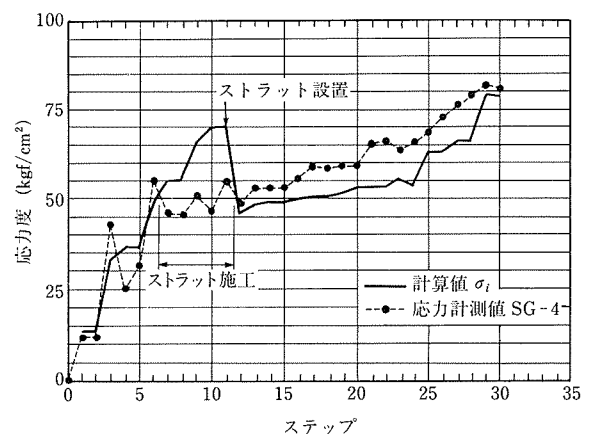


図-1 ストラットによる反力調整による主塔応力の改善

2.2 斜材外套管の設置精度管理としての鉄骨施工管理

張出し施工の場合、主塔側外套管設置時には対応する主桁側はほとんどの場合未施工であるため、主塔側の外套管設置は座標管理によるほかはない。ただし、管理項目としては、絶対座標値そのものよりも外套管の設置角度が重要となる。また、長大橋では、座標値には計画座標に対して斜材のサグ量や施工中・完成後の上越し変化等を反映して設定する場合もある。

田尻スカイブリッジや内灘大橋（石川県）のように、塔柱に斜材の外套管が設置される場合、鉄骨の地組の段階で、鉄骨の組立て精度とともに外套管の設置精度を局所座標系で確認する。外套管も大型のものになると重量が大きいため、精度確保の微調整を行うために角度調整治具を設置するが多い。地組による調整後、主塔上に鉄骨を架設し（写真-4）、光波測距測角儀等により鉄骨と外套管の全体座標を測定し、必要に応じて再度微調整を行う。この場合も、鉄骨の自重や打設コンクリートによる鉄骨の変形をあらかじめ考慮した計画が必要となる場合がある。外套管の設置角度の許容誤差は、設計どおりにセットした場合の斜材と外套管の遊間を角度換算して、これを許容値とする場合が多い。

斜材集中配置の斜張橋やエクストラード橋では、鉄骨と斜材外套管を一括工場で加工する事例が多い。新猪名川大橋（阪神高速道路公団）では、2室中空断面のPC構造となっているが、内側を鋼製型枠として栈橋上で内型枠の



写真-4 鉄骨地組搬入（内灘大橋）

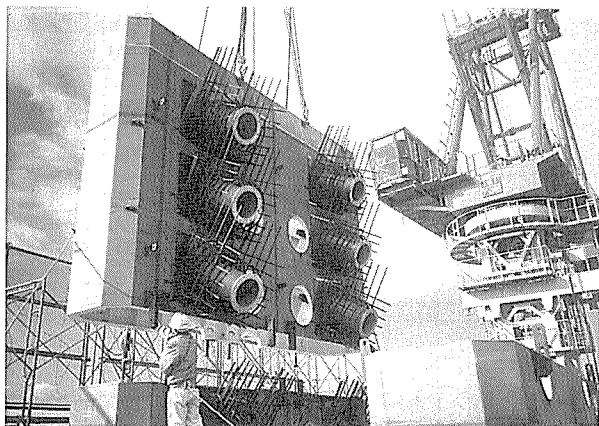


写真-5 鋼製型枠一括加工（新猪名川大橋）

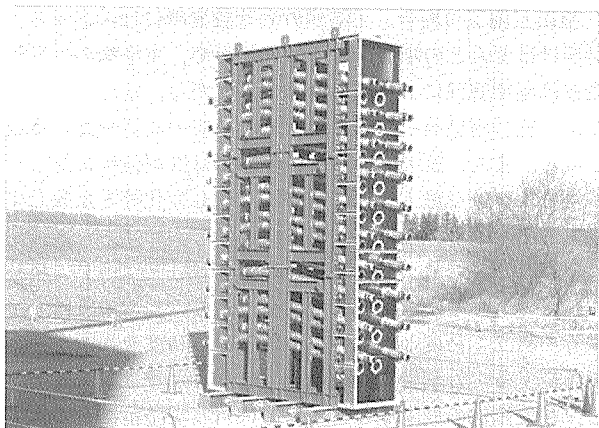


写真-6 主塔定着部（土狩大橋）

地組を行い、その時点でケーシングパイプや補強筋を取り付け、ケーシングパイプの設置精度測量を行った後、タワークレーンで1室ずつ架設されている（写真-5）。一方、エクストラード橋の土狩大橋（国土交通省北海道開発局）の例では、定着部全体の重量が斜張橋に比較して軽いいため、工場にて一括製作することで精度が確保されている（写真-6）³⁾。

2.3 コンクリート

主塔のコンクリートは、一般的に主桁と同様な比較的高強度の富配合のコンクリートとなり、温度応力に起因するひび割れが課題となる場合がある。また、長大PC斜張橋では主塔高さは100m程度となることから、高所のポンプ圧送にあたっては、コンクリートの品質・施工性に十分な検討が必要である。

図-2に新猪名川大橋主塔の構造を示すが、本主塔においては、コンクリート硬化時の温度応力ひび割れの防止と充填性の観点から、低発熱セメント（高ビーライト系）を用いた流動化コンクリートが採用され、リフト高さに応じて配合を変化させて用いている（表-1）⁴⁾。

3. 斜材の施工管理

斜材の施工管理としては、斜材の架設管理と緊張管理が重要となる。斜材には、工場製作型斜材と現場製作型斜材があ

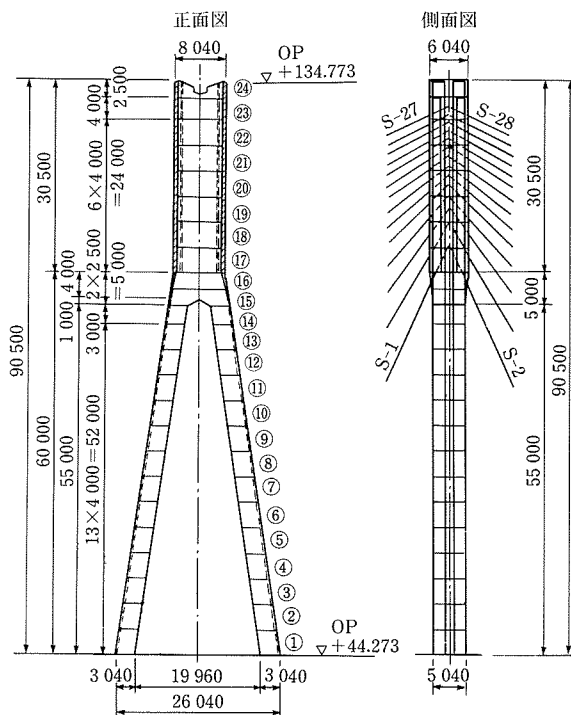


図-2 新猪名川大橋主塔構造図

表-1 主塔コンクリート配合（新猪名川大橋）

リフト No.	コンクリートの種類	使用セメント	呼び強度	G _{max} (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	単用量 (kg/m ³)				高性能減水剤 (kg/m ³)
							水	セメント	細骨材	粗骨材	
1～3	普通	高ビーライト系 ポルトランドセメント	50	20	21±2.5	37.0	160	433	780	938	8.011 マイティ 2000 WHZ
4～24	普通	高ビーライト系 ポルトランドセメント	40	20	21±2.5	41.0	170	415	796	909	8.715 マイティ 2000 WHZ

るが、斜材の種類によっても管理の着目点が異なってくる。

3.1 工場製作型斜材の架設管理

工場製作型斜材では、事前の計算によって斜材長が決定されて製作されるため、架設においては、実際の斜材定着点間距離の補正が必要となる。また、架設後の各緊張時にソケットで確実に定着できるよう長さ管理が重要となる。補正としては、定着体でのシムやナット位置の設定で行う。斜材長については、斜材製作後に無応力長を測定することが困難なため、製作時にケーブルの中心を通る、よれない素線（基準素線）を参照することによりケーブルの長さが管理される。

定着点間距離の測定は、田尻スカイブリッジや内灘大橋では、斜材架設前に光波距離計を用いて測定を行っている（写真-7）。これに、上越し量・温度・荷重等の補正等を行って設計値と比較し、誤差を算出する。この誤差を固定側のナットを調整することにより吸収したり、ナット前面に調整用シムを挟む計画で対処する場合もある。

工場製作型斜材では、架設にあたって、全長を橋面上で蛇行、もしくは柱頭部を越えて展開する必要があるため、斜材に無理な力や損傷を与えないように展開・架設するための治具や架設手順を入念に計画しておく必要がある。また、斜材は重量物であるため揚重時の安全管理も重要となる。

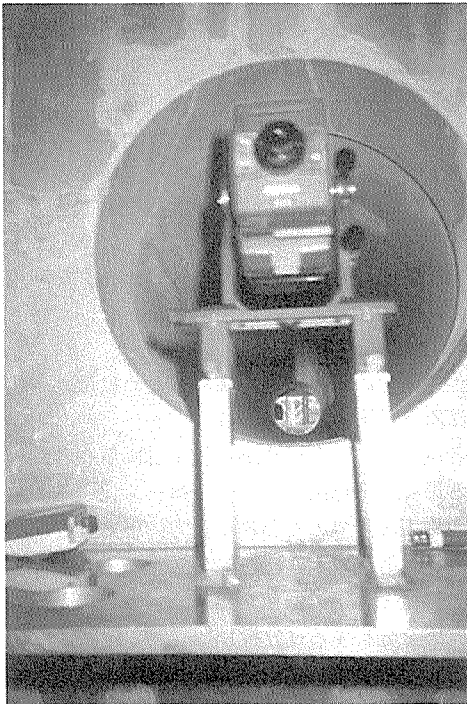


写真-7 光波距離計による定着点間距離測定

3.2 現場製作型斜材の架設管理

現場製作型斜材では、斜材保護管の施工、鋼線挿入管理が必要になる。保護管は、一般にPE管が用いられることが多いが、この場合、保護管はバット溶接により順次接続されるため、その品質管理が重要となる。溶接時の温度管理と目視検査が行われる（写真-8）。

ケーブルの架設では、保護管に過度の変形を与えないようにメッセンジャーケーブルによって補助される（写真-

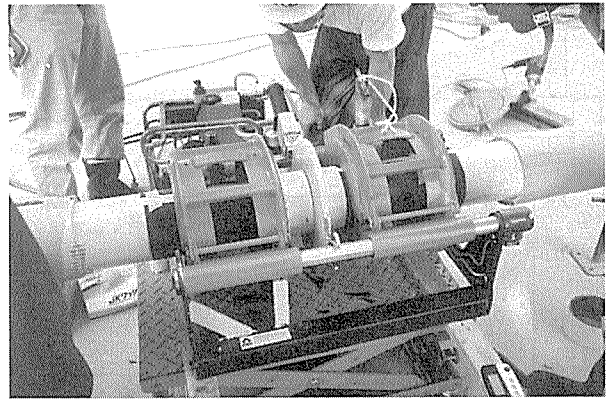


写真-8 PE管の溶接状況

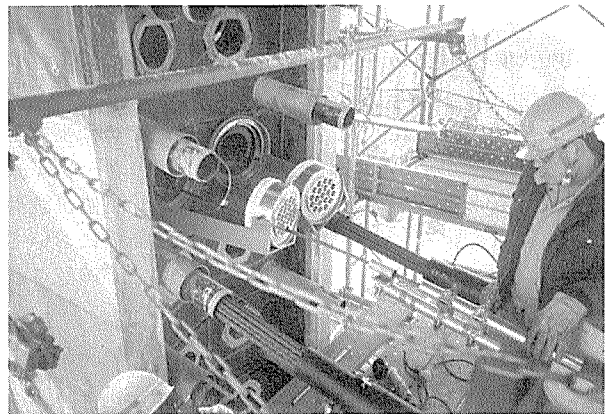


写真-9 メッセンジャーケーブルによる保護管の架設ならびにストランドの挿入（土狩大橋）

9)。土狩大橋では橋面上に据え付けたプッシングマシンによって偏向塔側からPC鋼材が挿入され、PC鋼材の配置精度を確保して曲線部での交差重なりを防ぐために、偏向部および偏向塔の出口にスパーサーが配置された³⁾。

3.3 緊張管理

斜張橋では、その構造特性から張力変化が大きいため、主桁を張出し施工する場合、1斜材について1次緊張、2次緊張、調整緊張など、施工段階に応じて2、3回の緊張が行われることが多い。一方、エクストラード橋では、構造特性が桁橋に近く、斜材も外ケーブル的な扱いとなるため、一般には1回の緊張となる。

斜材の緊張管理は、基本的にケーブルの摩擦の影響がないか、小さいことならびにサグの影響などがあることなどから、一般に緊張力を主、伸びを従とする管理が行われる。なお、エクストラード橋で貫通固定方式のサドル構造とする場合には、摩擦の影響を伸びなどに反映させることになる。

斜材の緊張力の管理は、一般に油圧ジャッキのマノメーターや圧力変換器による指示器を用いて行う。工場製作型斜材の緊張管理の場合は、基本的に設計により求められたソケットの突出長により管理し、張力と突出長が整合していることを確認しながら緊張を行う。この場合、張力値に温度補正を行って比較することが必要な場合もある。

土狩大橋の大偏心連続外ケーブルは通常の外ケーブル

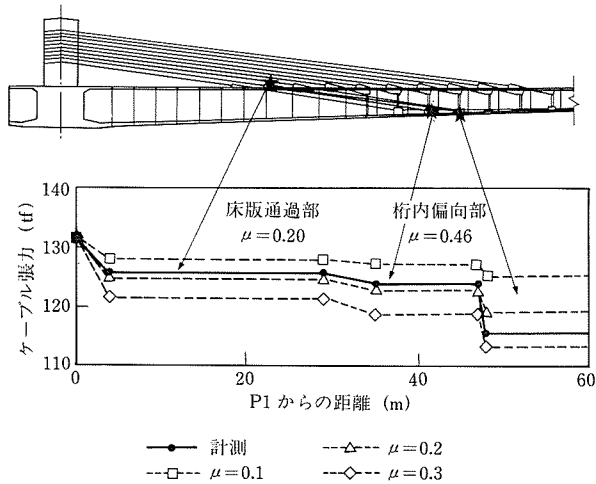


図-3 大偏心連続外ケーブル偏向部での張力計測(土狩大橋)

に比べて偏向角が大きく、偏向箇所も多いため、張力確認のため、図-3に示すような偏向部前後のケーブル張力計測が行われている。すべての箇所計測値が設計値を上回っていることから、すべての設計断面において設計で仮定した導入力確保されていることが確認されている³⁾。

4. 主桁の施工管理

主桁の施工管理では、一般のPC桁橋にはない斜材定着体のセット管理が必要になる。主桁側の定着体セット時には主塔側の外套管がすでにセットされているため、視準によってセットが可能である。視準には治具等を介してトランシットを外套管端部の中心にセットし、桁側外套管の中心軸を視準する。ただし、視準の際には上越し量を考慮して、視準角の補正を行う場合もある。

主桁重量の増加は、張力増加に繋がり、張力管理やたわみ管理にも影響を及ぼすことから、留意が必要である。

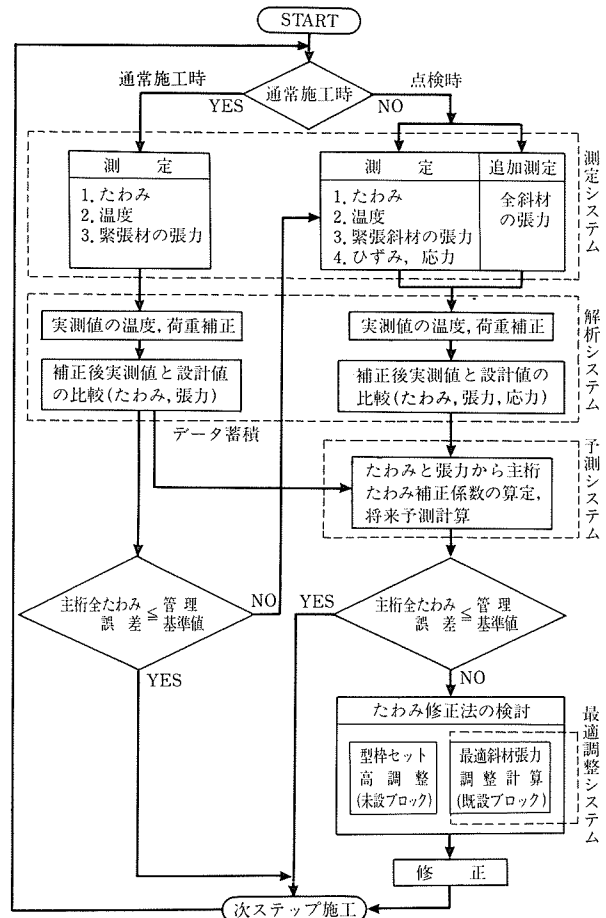
この主旨からすると、出来形管理は、誤差平均=0の管理が望ましいが、これまでの構造物の管理の慣例に従って0~+値の誤差管理になることが多い。

5. 施工管理システム

PC斜張橋は、桁橋に比べて主桁の剛性が小さく柔構造であるとともに、斜張橋を構成する斜材、主塔、主桁の各部材のたわみや作用力はそれぞれ相互に鋭敏に影響し合う構造である。

張出し施工の場合は、各施工段階においてたわみや張力・部材応力は大きく変化するとともに、構造系が逐次変化することにより、それらが複雑に推移していく。そのため、たわみや張力、各部作用力などを総合的に管理していく必要がある。また、設計定数(重量、弾性係数など)の実際との相違、温度や施工誤差等がたわみや張力に敏感に影響する。そのため、各施工段階ごとにきめ細かくデータを監視し、施工時計算に基づいて場合によっては、張力調整等を行う必要がある。

これらの管理を現場で迅速に行うためには、計測データ



$$(\text{柱桁たわみ誤差}) = (\text{実測誤差}) + (\text{予測誤差})$$

図-4 PC斜張橋での施工管理フロー

処理や解析処理が必要なため、コンピュータを利用した施工管理システムを用いるのが一般的である。

5.1 施工管理の手順

各施工段階での管理精度を高めるためには、一般に以下の施工管理を実施する(図-4)。

- ① 各施工段階ごとの詳細な施工計画値や各誤差要因による影響値を算出し、データベース化する。
- ② 各施工段階でのたわみや張力、応力等の現状把握を行う(計測システム)。
- ③ 計測値と施工計画値を比較し、場合によっては誤差の原因を分析する(分析)。
- ④ 誤差が管理値を超えると判断した場合は、張力調整などの最適な補正を検討し、処置を行う(補正解析)。

PC斜張橋の場合、施工サイクルごとに誤差分析を行うのは煩雑であるので、一般には、各施工サイクルで行う通常管理とある特定の施工段階(たとえば1/2張出し時、最大張出し時、併合時等)の管理(点検時の管理)に分けて行う。

通常施工時の管理は、荷重変化が大きいコンクリート打設前後や斜材緊張前後等に実施し、計測値と施工計画値の比較を行い、監視するものである。たわみ管理、斜材緊張管理が主となる。

点検時の管理は通常施工時の管理のほかに、斜材の張

表-2 PC斜張橋での計測項目例

計測項目	計測対象	計測目的	計測方法	計測器
たわみ	主 桁	施工中の主桁のたわみ状況や変化量を捉え、たわみ管理のためのデータを得る。	主要工種（コンクリート打設、斜材緊張など）前後で主桁のレベル測量	・レベル ・自動レベル測量（電子スタッフ、差圧式沈下計など）
斜材張力	緊張時張力	斜材緊張時の緊張管理に用いる。	ジャッキの油圧を油圧変換器で計測し、受圧面積から張力を計測	・油圧変換器 ・指示計
	点検時張力	点検時構造系での張力状態を把握し、張力調整のためのデータとする。	全斜材を振動法により張力を計測	・加速度計 ・周波数アナライザー
	経時挙動	施工中の張力変化を捉え、張力管理のためのデータを得る。	特定の斜材定着部にロードセルを設置して張力を計測	ロードセル
傾 斜	基礎、橋脚、主塔	アンバランスモーメントによる基礎、橋脚、主塔の傾斜量を捉え、主桁たわみに与える影響を調査する。	傾斜計を設置して、橋軸方向の傾斜を計測	高精度傾斜計
応力・ひずみ	主 桁	張出し施工中の主桁の応力状態を把握し、応力管理のためのデータとする。	コンクリート応力計、ひずみ計、鉄筋計を所定の位置に埋設して応力を計測	・コンクリート応力計 ・ひずみ計 ・鉄筋計 など
	主 塔	主塔施工時の応力管理ならびに張出し施工時の応力管理のためのデータとする。	同 上	同 上
温 度	主桁、主塔、斜材、外気温	気温、日射、季節変化による各部材の温度変化を把握し、温度補正に反映させる。	熱電対を埋設して計測	熱電対
	コンクリートの硬化時温度、応力	マスコンクリートにおいてコンクリート硬化時の温度、応力を測定して、温度応力検討の妥当性を検証する。	熱電対や応力計を埋設して計測	・熱電対 ・コンクリート応力計 ・鉄筋計 など
コンクリート物性値		コンクリートの弾性係数を調査し、たわみ管理のためのデータとする。	テストピースの弾性係数を計測	ひずみゲージ

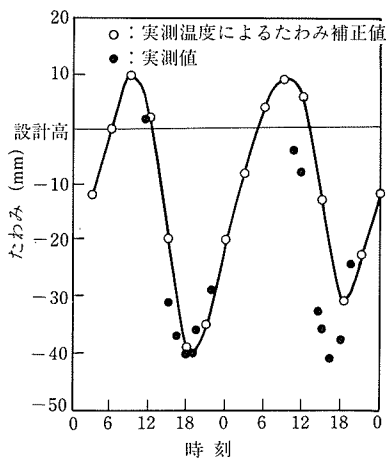


図-5 主桁の温度日変化たわみ例（青森ベイブリッジ）

力計測や各部の応力等を参考に、総合的に橋体の状態を把握するとともに、それまでの傾向を分析し、必要であれば最適な斜材調整量を算定し、施工にフィードバックを行う。

5.2 PC斜張橋での施工管理例

表-2にPC斜張橋での計測項目・目的の例を示す。管理計測としては、主桁のたわみ計測、斜材張力計測が主となり、橋体応力等は補助的に計測される。これは、コンクリート重量等の外的荷重や各部の剛性が大きく異ならない限り、橋体の応力状態は、内力としての斜材張力やたわみ性状を管理すれば、想定した応力状態になるという力学挙動に基づいている。なお、たわみや張力の計測値は、各部材の温度変化の影響を敏感に受けるため、温度計測による補正が必須となる。図-5は、青森ベイブリッジでの120m張出し主桁先端での温度日変化によるたわみ変化を示しているが、温度補正值と実測値とが10mm以内で対応していることが分かる⁵⁾。

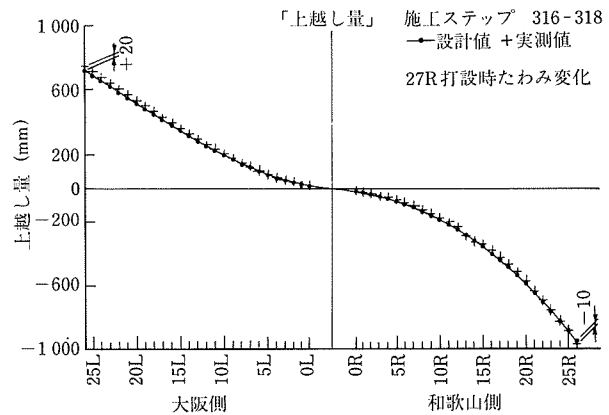


図-6 張出し施工時のたわみ変化例（コンクリート打設時）

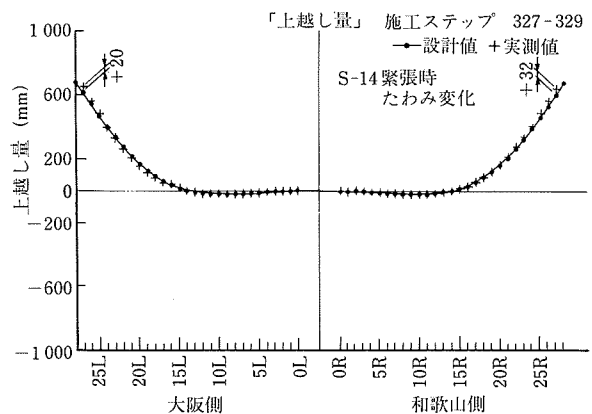


図-7 張出し施工時のたわみ変化例（斜材緊張時）

図-6、7に、田尻スカイブリッジでの張出し施工時のたわみ変化の例を示す²⁾。本例では、主桁コンクリートの打設によって、約70cmのたわみが生じるが、実測値はほぼ解析どおりのたわみとなっていて3%程度の誤差となっていることが分かる。また、斜材緊張時のたわみもほぼ同様な変

化を示していることが分かる。このように、各斜材間の荷重変化に伴うたわみ誤差は僅かであり、かつコンクリート自重と斜材張力のように誤差はキャンセルする方向に作用することが分かるが、それでも各施工ステップで少しずつの誤差が蓄積していくため、その傾向を分析していくことが重要になる。

図-8は、張出し施工に伴う基礎の傾斜を示したものである。ケーソン基礎などでは、各主桁の打設に伴うアンバランスモーメントにより、片側の方向に漸次傾斜傾向を示す場合があり、この基礎の傾斜がたわみに影響を及ぼした例である。この例では、途中から、打設順序を変更することにより対処し、基礎の傾斜の影響をキャンセルしている。

施工段階ごとの張力変化を計測する場合には、

- ① ロードセルによる計測
- ② ストランドロードセルによる計測
- ③ 振動法による計測
- ④ ひずみゲージによる計測

などの方法がある⁶⁾。②の方法は、マルチストランド形式の斜材で、1斜材を構成する多数本のストランドのうち、1ないし複数本選択して、小型のロードセルを取り付けて計測する方法であり、選択した一部のストランドの張力から全体の張力を推定するものである(写真-10)。③の方法は、弦の振動数と張力の関係を用いた計測であり、微小な振動を斜材に起こさせて振動数を計測し、張力に換算する方法である(写真-11)。振動数の計測は、加速度計を用い、周波数分析器を用いて卓越振動数を計測する。この方法では、ジャッキによる緊張時にキャリブレーションを行っておくことが精度向上のために望ましい。

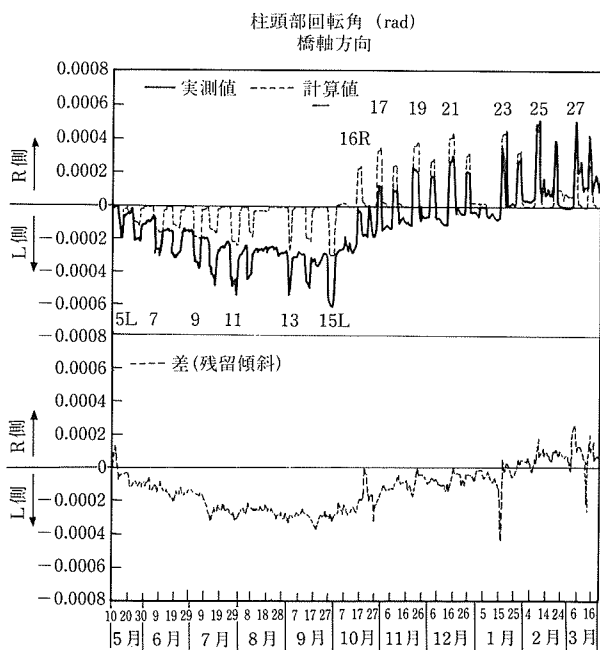


図-8 基礎の傾斜例

図-9に斜材ケーブルに設置したロードセルによる張力変化計測例を示す。張力変化は大きいものの、計測値と解析値とは、ほぼ一致していることが分かる。

5.3 エクストラロード橋での施工管理事例

表-3に、エクストラロード橋での計測項目・目的の例を示す。エクストラロード橋では、たわみ変化が斜張橋よりも少なく、張力管理が主となる。張力の計測方法と

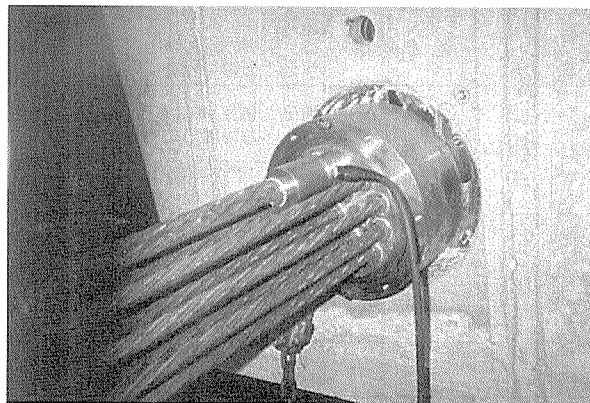


写真-10 ストランドロードセルによる張力計測



写真-11 振動法による斜材張力計測

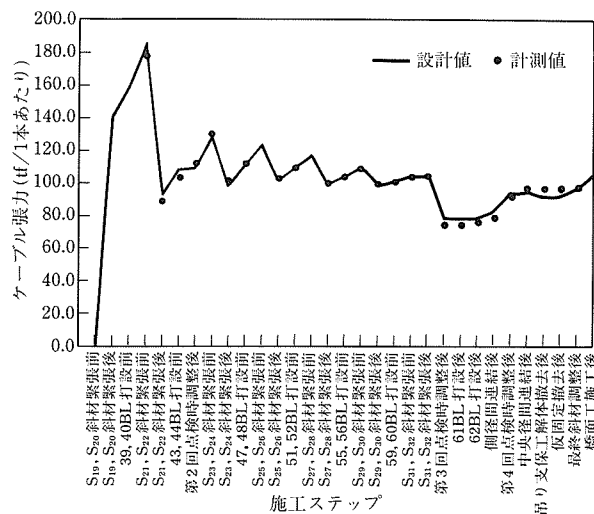


図-9 斜材張力変化測定例(ロードセル)

表-3 エストラード橋での計測項目例

計測項目		計測目的	計測器
① 橋体変形計測	主桁変形計測	主桁の上越し管理および荷重載荷に伴う主桁変形計測を行う。	
② 温度計測	・ 各部材の温度変化 ・ 主桁・大偏心外ケーブル・外気温	日射による日変化、季節変化による主桁・大偏心外ケーブル各部材の温度変化を把握し、たわみや張力の温度補正に反映させる。	・ 熱電対 ・ ダミーケーブル
③ 大偏心定着ケーブルの張力計測	導入張力計測	初期導入力を正確に把握するとともに、張力経時変化計測用機器とのキャリブレーションを行い、施工時の張力管理および連結後の張力管理に反映させる。	・ 圧力変換器 ・ デジタル指示計
	張力の経時変化計測	張出し施工時においては斜材張力の経時変化を把握し、計画張力の比較設計の確認を行う。また、連結後は、5径間連続エストラード橋構造全体系としての状態確認のために用いる。	・ スtrand用ロードセル
④ 応力計測	主桁応力計測	張出し施工時は、各施工段階の主桁のコンクリート応力度を計測し、応力の経時変化が計画どおりであることを確認する。	・ コンクリート応力計
	主塔基部の応力計測	張出し施工時には、各施工段階の主塔基部のコンクリートに有害な応力が発生していないことを確認する。	・ コンクリート応力計
⑤ 仮支柱反力および沈下量計測		仮支柱の反力および沈下量は主桁の応力状態および上越しに大きな影響を及ぼすため、常時反力および沈下量を計測する。また、反力調整時のモニターとしても使用する。	・ 電子レベル ・ 電子スタッフ

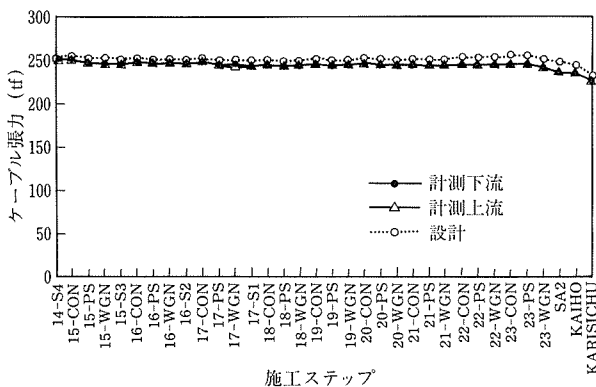


図-10 エストラード橋張力経時変化(ストラードロードセル)

しては斜張橋と同様な方法が採用されるが、これまでマルチストランド形式の斜材が採用されることが多かったため、ストラードロードセルによる計測が多い。図-10にそ

の例を示すが、エストラード橋では、張力変化は斜張橋に比較して小さいことが分かる。

6. 風応答観測と施工管理へのフィードバック

PC橋は、これまで剛性、重量が大きく、施工時の耐風安定性等については問題となることはなかった。しかしながら、PC斜張橋の出現により、スパンが長く、桁の剛性が小さい軽量な桁構造が採用されるようになると、施工中の風による振動を計測して施工にフィードバックするようことも行われるようになってきた。

図-11ならびに表-4に伊唐大橋(鹿児島県)の計測位置図ならびに風応答観測の計測項目を示す⁷⁾。計測項目としては、風向・風速計測、桁や塔、斜材ケーブルの振動計測が挙げられる(写真-12)。

図-12に伊唐大橋での桁のガスト応答の観測例を示すが、観測結果をもとにしたガスト応答の予測と計測値は、

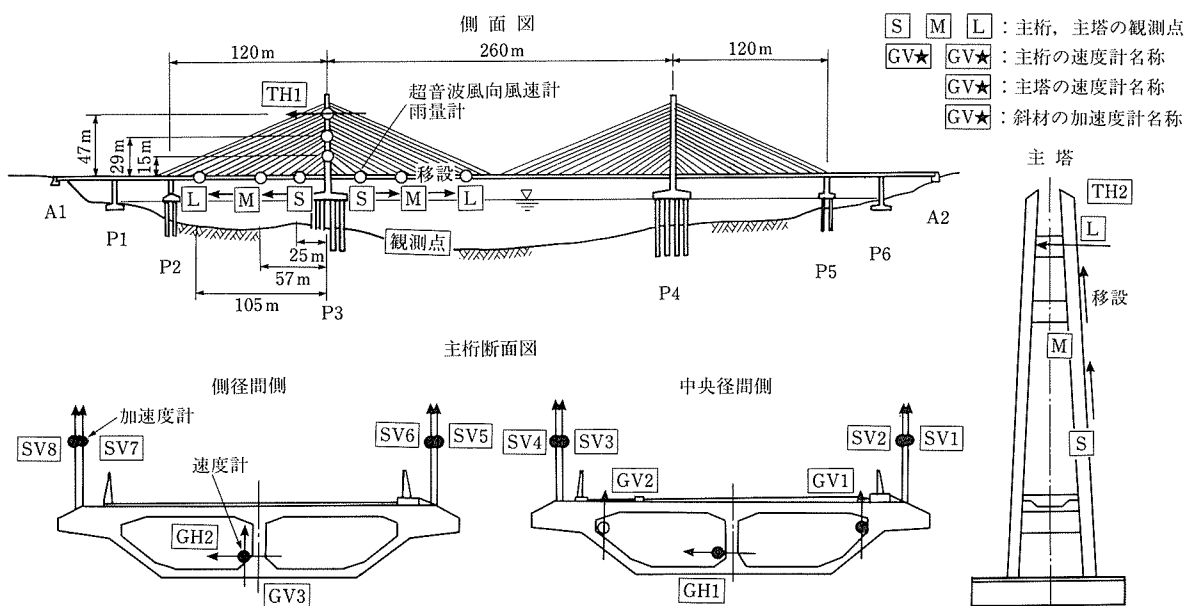


図-11 風応答計測位置(伊唐大橋)

表-4 風応答観測計測項目例

計測種別	計測項目	計測計器
風観測	風向・風速 迎角	超音波式風向風速計 プロベラ式風向風速計
雨量観測	雨量	雨量計
主桁風応答	主桁たわみ振動(上下・水平) ねじれ振動	サーボ型振動計
主塔風応答	主塔水平振動	サーボ型振動計
斜材風応答	斜材たわみ振動	サーボ型振動計



写真-12 超音波式風速計および斜材風振動計測器(内灘大橋)

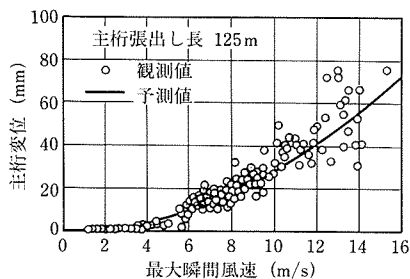


図-12 主桁のガスト応答観測例(伊唐大橋)

良い一致を示していることが分かる⁸⁾。伊唐大橋では、この結果を桁連結時の仮固定の反力推定や架設材の安全性の判断にフィードバックされている。

7. おわりに

PC斜張橋やエクストラードズ橋の施工管理のうち、とくに架設時の橋体の安全性や精度管理を中心に述べてきた。一般の桁橋に比べて、構造がより複雑になっている分、構造各部の挙動を十分に理解して施工管理項目の検計を行う必要があるものと考えられる。また、施工中には、データを逐次監視し、分析していくことが重要である。現在、パソコン機器等は非常に発達し、大量なデータ処理を迅速に行えるようになり、作業的には非常に楽になったが、原因を分析し、判断することは人間に頼らざるを得ない。この点に現場施工者の施工管理の重要性があると考えられる。本文が、今後のPC斜張橋・エクストラードズ橋の施工管理の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) プレストレストコンクリート技術協会：PC斜張橋・エクストラードズ橋設計施工規準(案)，2000.11
- 2) 大阪府りんくうタウン整備事務所，鹿島・大林・住友・ビー・エス・白石建設共同企業体：田尻スカイブリッジ工事誌，1995.8
- 3) 阿部，酒向，梅木，山本，池田，一宮：土狩大橋の施工，橋梁と基礎，pp.2～9，2000.4
- 4) 阪神高速道路公団大阪建設局：新猪名川大橋工事誌，1999.6
- 5) 藤森，大庭，藤田，松淵，狩野，高橋：青森ベイブリッジ上部工の施工(上)，橋梁と基礎，pp.7～12，1992.1
- 6) 産業技術サービスセンター：情報化施工技術便覧，第8章橋梁上部工の情報化施工，1998.12
- 7) 折田，福田，前田，藤岡，上迫田，佐野：伊唐大橋の上部工施工，橋梁と基礎，pp.7～14，1995.11
- 8) 田口，福田，上迫田，上野，竹田，佐野：風応答観測データを用いたPC斜張橋施工時の主桁振動の予測，土木学会第50回年次学術講演会，pp.1514～1515，1995.7

【2001年10月9日受付】